經濟論叢

第101巻　第1号

佐波宣平教授記念號

昭和43年1月

京都大學經濟學會

輸送投入と産業連関分析[1]

山田 浩之

I はじめに

交通業の output である輸送サービスが人および財貨の流れにともなって生産され，投入されることは，いうまでもなく，交通の経済理論を構成するとき最初にとり上げられる出発点である。このことは，運輸部門を中心として産業連関分析を行なおうとするときにも明示的に考慮さるべき最も重要な問題点を構成する。にも拘らず，この問題点に関する分析は従来ほとんどなかった，といってよい。

そこで本稿では，産業連関表が部門間の財貨の流れを示す表であること，この財貨の流れは，通常，空間的距離の移動を通じて行なわれ，その過程で輸送サービスの投入が行なわれること，そしてこの輸送サービスの投入と財貨の流れとの間には一定の関係があること，等に注目して，産業連関分析における運輸部門の問題点を明らかにしよう。

その際われわれは，財貨の流れに伴なって行なわれる輸送サービスの投入を「輸送投入」Transport Inputs とよぶことにする[2]。そして財貨の流れと輸送投入との間の関係を示すものとして，新たに「輸送投入率」とよぶ概念を提出し，この「輸送投入率」なる概念を用いて，分析を進めるであろう。

---

1) 本稿は，恩師佐波宣平教授の満63歳を記念して執筆したものである。教授は，保険業の特殊性に即して，産業連関表における保険業の生産額について明快な分析を行なわれた（佐波，〔9〕)。本稿も，同じ精神に立脚するものであり，運輸部門の特殊性に即して産業連関表における運輸部門の生産額に関する分析を行なおうとするものである。

2) この「輸送投入」は，アイザードが空間的距離の移動――これはポンド・マイル，トン・キロ等によって測定される――と定義した「輸送投入」と同じものであり，「障害が存在する空間を移動する際に直面する困難を克服するのに必要とされる，労働または他の生産要素の使用」すなわち輸送費用に対応している（Isard,〔3〕, p. 79, 訳, 81-82ページ)。ただし，産業連関表がそのオペレイショナリティのために価値的産業連関表として作成されていることに対応して，われわれの「輸送投入」も以下では価値額で測られているものとする。

Ⅱ　輸送投入と価格評価

産業連関表は，周知のように，ある期間に行なわれた財貨の部門間取引を示す表であるが，財貨の取引は，通常，空間的移動を通じて行なわれ，輸送サービスの投入を伴なって実現される。その場合，部門間取引額の価格評価は，輸送サービスの投入すなわち輸送コストと商業マージンを含めた「購入者価格」purchasers' price によって行なうことも可能であれば，輸送コストと商業マージン――両者を併せて通常，流通費用とよばれる――を除いた出荷地での価格すなわち「生産者価格」producers' price で評価することも可能である。そして，価格評価の仕方によって，産業連関表における輸送投入（および商業活動）の取扱いも異ってくる。そこで，価格評価と輸送投入の取扱い方との関係から問題に入ることにしよう[3]。

さて，外国貿易を無視した封鎖経済システムを前提し，結合生産は行なわれないと仮定しよう。また，旅客輸送と貨物輸送とは別の部門と考え，旅客輸送部門は他の部門と同じように取り扱い，貨物輸送に関する上記の特殊性に注目しながら考察をすすめる。いま

X_i　……i 部門の産出額

X_{ij} ……生産者価格評価の i 部門→j 部門の取引額

X_{Gj}……生産者価格評価の商業(G)部門→j 部門の取引額

X_{Fj}……生産者価格評価の貨物輸送(F)部門→j 部門の取引額

Y_i　……i 部門の最終需要；Y……最終需要合計

V_j　……j 部門の付加価値；V……付加価値合計

とすると，生産者価格評価取引行列〔X〕は次のように示される。

$$[X]=\begin{pmatrix} X_{11}\cdots\cdots X_{1m} & X_{1G} & X_{1F} & Y_1 & X_1 \\ \vdots \qquad\quad \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1}\cdots\cdots X_{mm} & X_{mG} & X_{mF} & Y_m & X_m \\ X_{G1}\cdots\cdots X_{Gm} & X_{GG} & X_{GF} & Y_G & X_G \\ X_{F1}\cdots\cdots X_{Fm} & X_{FG} & X_{FF} & Y_F & X_F \\ V_1\cdots\cdots V_m & V_G & V_F & 0 & V \\ X_1\cdots\cdots X_m & X^G & X_F & Y & 0 \end{pmatrix} \qquad (1)$$

3）産業連関分析における価格評価の問題については，宮本，〔7〕がくわしい。

ここで，〔X〕の横行については需給バランス式として(2)式が，縦列については収支バランス式として(3)式が成立している。

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij} + X_{iG} + X_{iF} + Y_i = X_i \quad (i=1, \cdots\cdots, m, G, F) \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} + X_{Gj} + X_{Fj} + V_j = X_j \quad (j=1, \cdots\cdots, m, G, F) \qquad (3)$$

つぎに，生産者価格で評価した取引額と購入者価格で評価した取引額との間には

生産者価格取引額＋商業マージン＋輸送投入＝購入者価格取引額

という関係が存在しているから，

G_{ij}……X_{ij} に伴なって発生した商業マージン

F_{ij}……X_{ij} に伴なって行なわれた輸送投入

X'_{ij}……購入者価格評価の i 部門→j 部門の取引額

と表わすと，上の関係は次のように示される。

$$\left.\begin{array}{l} X_{ij} + G_{ij} + F_{ij} = X'_{ij} \\ Y_i + G_{iY} + F_{iY} = Y'_i \end{array}\right\} \quad (i,\ j=1,\ \cdots\cdots, m, G, F) \qquad (4)$$

ところで，生産者価格評価表においては，各部門が投入する商品を，現実には商業マージン・輸送コストこみの価格で購入していても，あたかも直接にその生産者から出荷地の価格で購入しているかのように取扱っている。したがってその場合，その取引に伴なって発生した商業マージン・輸送コストは，その部門が商業部門および貨物輸送部門より購入したかのように処理することが要請される。そうすれば，財貨の取引において控除された商業マージン・輸送コストはすべて，その部門の縦列と商業・運輸部門の横行との交点に計上されることになり，その部門の横行の合計である生産額と縦列の合計である支出額とは一致し，したがって流通費用を矛盾なく取り扱うことができるからである。このことは商業部門，貨物輸送部門の各部門への販売高を次式によって定義すればよいことを意味している。

$$X_{Gj} = \sum_{i=1}^{m} G_{ij}, \quad Y_G = \sum_{i=1}^{m} G_{iY} \qquad (j=1,\ \cdots\cdots, m, G, F) \quad (5)$$

$$X_{Fj}=\sum_{i=1}^{m}F_{ij},\quad Y_F=\sum_{i=1}^{m}F_{iY} \tag{6}$$

そこで，次のような商業マージン行列〔G〕，輸送投入行列〔F〕を考えよう。

$$[G]=\begin{pmatrix} G_{11}\cdots\cdots G_{1m} & G_{1G} & G_{1F} & G_{1Y} \\ \vdots \qquad\quad \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ G_{m1}\cdots\cdots G_{mm} & G_{mG} & G_{mF} & G_{mY} \end{pmatrix} \tag{7}$$

$$[F]=\begin{pmatrix} F_{11}\cdots\cdots F_{1m} & F_{1G} & F_{1F} & F_{1Y} \\ \vdots \qquad\quad \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ F_{m1}\cdots\cdots F_{mm} & F_{mG} & F_{mF} & F_{mY} \end{pmatrix} \tag{8}$$

そうすると，(5)，(6)は商業マージン行列，輸送投入行列の列和が生産者価格評価表における商業部門，貨物輸送部門の横行のエレメントを構成していることを示している。

他方，商業マージン行列，輸送投入行列の行和を考えて，それを次のように G_i，F_i とおこう。

$$\sum_{j=1}^{m}G_{ij}+G_{iG}+G_{iF}+G_{iY}=G_i \tag{9}$$

$$(i=1,\ \cdots\cdots,\ m)$$

$$\sum_{j=1}^{m}F_{ij}+F_{iG}+F_{iF}+F_{iY}=F_i \tag{10}$$

あきらかに，G_i は第 i 部門の商品の各部門への販売に伴なう商業マージンの総額，すなわち品目別商業マージンであり，F_i は第 i 部門の商品の各部門への販売に伴なって投入された輸送投入の総額である。いま，輸送投入はすべて運輸部門によって行なわれ，運賃収入を形成すると仮定すると[4]，F_i はいわゆる品目別運賃収入に他ならない。

とくに輸送投入（貨物運賃）行列について，以上の結果を要約すると次のようになる。

(イ) 輸送投入行列の列和＝各部門の投入が必要とする輸送サービスの総投入額
＝貨物輸送部門から各部門への産出高

(ロ) 輸送投入行列の行和＝品目別運賃収入

4) 現実は自家輸送が存在するから，輸送投入と運賃収入との間にはギャップが生ずる。全体として，運輸活動が計測されるためには，自家輸送を含めた輸送投入額が計上されることが望ましい。

ここで，品目別運賃収入の合計を考えると，(10)，(6)，(2)によって次の関係が成立している。

$$\sum_{i=1}^{m} F_i = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} F_{ij} + \sum_{i=1}^{m} F_{iG} + \sum_{i=1}^{m} F_{iF} + \sum_{i=1}^{m} F_{iY}$$
$$= \sum_{j=1}^{m} X_{Fj} + X_{FG} + X_{FF} + Y_F$$
$$= X_F$$

同様にして，$\sum_{i=1}^{m} G_i = X_G$ が成立する。すなわち，品目別運賃収入の合計，品目別商業マージンの合計は貨物輸送部門の総生産額，商業部門の総生産額に等しい。

そこで，商業マージン行列〔G〕については，G_i，$-X_{Gj}$，$-Y_G$，$-X_G$ でもって縁付けした商業マージン行列〔$\overline{G}$〕，輸送投入行列〔F〕については，F_i，$-X_{Fj}$，$-Y_F$，$-X_F$ でもって縁付けした輸送投入行列〔$\overline{F}$〕を次のように与えよう。

$$[\overline{G}] = \begin{pmatrix} G_{11} \cdots\cdots & G_{1m} & G_{1G} & G_{1F} & G_{1Y} & G_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ G_{m1} \cdots\cdots & G_{mm} & G_{mG} & G_{mF} & G_{mY} & G_m \\ -X_{G1} \cdots\cdots & -X_{Gm} & -X_{GG} & -X_{GF} & -Y_G & -X_G \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \tag{11}$$

$$[\overline{F}] = \begin{pmatrix} F_{11} \cdots\cdots & F_{1m} & F_{1G} & F_{1F} & F_{1Y} & F_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ F_{m1} \cdots\cdots & F_{mm} & F_{mG} & F_{mF} & F_{mY} & F_m \\ 0 \cdots\cdots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -X_{F1} \cdots\cdots & -X_{Fm} & -X_{FG} & -X_{FF} & -Y_F & -X_F \\ 0 \cdots\cdots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 \cdots\cdots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \tag{12}$$

そうすると，購入者価格評価取引行列〔X'〕を，(4)をみたすように，次のように定義することができる。

$$[X] + [\overline{G}] + [\overline{F}] = [X'] \tag{13}$$

ただし，

$$
[X'] = \begin{pmatrix}
X'_{11} \cdots\cdots X'_{1m} & X'_{1G} & X'_{1F} & Y'_1 & X'_1 \\
\vdots \qquad\quad \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
X'_{m1} \cdots\cdots X'_{mm} & X'_{mG} & X'_{mF} & Y'_m & X'_m \\
0 \cdots\cdots 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 \cdots\cdots 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
V_1 \cdots\cdots V_m & V_G & V_F & 0 & V \\
X_1 \cdots\cdots X_m & X_G & X_F & Y & 0
\end{pmatrix}
$$

ここでは，部門間の取引額は購入者価格で評価されているが，各部門の投入合計（支出）がその部門の産出額（収入）と一致するように表が作成されているので，商業マージン，輸送コストの各産業への投入はすでに計上ずみとなり，商業・運輸部門の横行は空欄となって，ゼロが記入されることになる。そして，収支バランス式は次のようになる。

$$\sum_{i=1}^{m} X'_{ij} + V_j = X_j \quad (j=1, \cdots\cdots, m, G, F) \tag{14}$$

また，各部門の販売高（横行）の合計として定義される需要合計はその生産額を商業マージン，輸送コストだけ上回ることになり，生産額プラス商業マージンプラス輸送投入（運賃収入）として定義される供給合計とバランスする[5]。したがって需給バランス式は

$$\sum_{j=1}^{m} X'_{ij} + X'_{iG} + X'_{iF} + Y'_i = X'_i = X_i + G_i + F_i \tag{15}$$

となる[6][7]。　$(i=1, \cdots\cdots, m)$

5）購入者価格評価表は，別の仕方でも作成しうる（宮本，〔7〕，30ページ参照）が，ここではわが国の昭和35年・38年産業連関表の方式に従って叙述してある（行政管理庁統計基準局，〔1〕）。なお，昭和35年表より，商業マージン表および国内運賃表が作製されている。この研究は，これらの表の利用を目的として構想されたものである。

6）(15)式は，数式的には次のように導かれる。すなわち，(15)の左辺に(4)を代入して，(2)，(9)，(10)を用いればよい。

$$
\begin{aligned}
\sum_{j=1}^{m} X'_{ij} + X'_{iG} + X'_{iF} + Y'_i &= \sum_{j=1}^{m} (X_{ij} + G_{ij} + F_{ij}) + (X_{iG} + G_{iG} + F_{iG}) \\
&\quad + (X_{iF} + G_{iF} + F_{iF}) + (Y_i + G_{iY} + F_{iY}) \\
&= (\sum_{j=1}^{m} X_{ij} + X_{iG} + X_{iF} + Y_i) + (\sum_{j=1}^{m} G_{ij} + G_{iG} + G_{iF} + G_{iY}) \\
&\quad + (\sum_{j=1}^{m} F_{ij} + F_{iG} + F_{iF} + F_{iY}) \\
&= X_i + G_i + F_i
\end{aligned}
$$

7）外国貿易を考慮した開放経済については，競争輸入方式によって取扱うと，需給バランス式は

III 輸送投入率

以上の考察において，生産者価格評価表と購入者価格評価表とをつなぐ環として，商業マージン行列と輸送投入行列とが存在することが明らかとなった。つぎの課題は，このことを明示的に考慮した産業連関モデルを構築することにある。そのために，われわれは部門間取引(X_{ij})に伴なって商業マージン(G_{ij})，輸送投入(F_{ij})が発生する関係を線型と仮定し，次の式によってあらわすことにしよう。

$$G_{ij}=g_{ij}X_{ij},\quad G_{iY}=g_{iY}Y_i \qquad \left(\begin{matrix} i=1,\cdots\cdots,m \\ j=1,\cdots\cdots,m,\ G,\ F\end{matrix}\right) \tag{16}$$

$$F_{ij}=f_{ij}X_{ij},\quad F_{iY}=f_{iY}Y_i \tag{17}$$

ただし，

g_{ij}, g_{iY}……部門間取引における商業マージン率

f_{ij}, f_{iY}……部門間取引における輸送投入率

ここに設定された2つの係数のうち，商業マージン率は取引額1円当りの商業マージン額であって，商慣習や包装費等によって商品毎に異った値をもっているが，その理論的意味はきわめて明らかである。これに対して，輸送投入率は筆者の新たに提唱する概念であって，その内容については詳しい検討を必要とするであろう。

さて，輸送投入率は

$$f_{ij}=F_{ij}/X_{ij},\quad f_{iY}=F_{iY}/Y_i \tag{17$'$}$$

と定義されているが，まず分母の部門間取引額 X_{ij} は価格と物量の積としてあらわされるから，次式が成立している。

$$X_{ij}=p_i{}^*X_{ij}{}^* \tag{18}$$

次のように変形される。まず生産者価格については，

$$\sum_{j=1}^{m}X_{ij}+X_{iG}+X_{iF}+Y_i=X_i+M_i \tag{2$'$}$$

ここで，M_i は i 部門商品の CIF 価格で評価された輸入額である。輸出は FOB 価格で評価され最終需要 Y_i に含められる。購入者価格についても，同様にして

$$\sum_{j=1}^{m}X'_{ij}+X'_{iG}+X'_{iF}+Y'_i=X_i+G_i+F_i+M_i \tag{15$'$}$$

ただし，

$p_i{}^*$……i 部門商品の単位当り価格

$X_{ij}{}^*$……i 部門→j 部門の取引量（物量単位）

ところで，$X_{ij}{}^*$は種々の地域の i 部門から種々の地域の j 部門への輸送量の合計であるから，

x_{ij}^{rs}……第 r 地域の第 i 部門から第 s 地域の第 j 部門への輸送量

（輸送単位＝トン）

τ_i……第 i 商品の輸送トン数と商品単位との換算率

を考えると，次式が成り立つ。なお，地域の数は k 個とする。

$$X_{ij}{}^*=\tau_i\sum_{r=1}^{k}\sum_{s=1}^{k}x_{ij}^{rs} \tag{19}$$

つぎに，分子の輸送投入額は，輸送量と距離と運賃率との関数であるから，

l^{rs}……r 地域から s 地域への距離

ρ_i……i 商品の１トンキロ当り基準運賃率

ϵ^{rs}……基準運賃率に対する距離変化係数

とすれば，F_{ij} は $X_{ij}{}^*$ に伴なう輸送投入額であるから次式が成り立つ[8]。

$$F_{ij}=\sum_{r=1}^{k}\sum_{s=1}^{k}\rho_i\epsilon^{rs}l^{rs}x_{ij}^{rs} \tag{20}$$

そこで，(17)′に(19)，(20)を代入して，

$$f_{ij}=\frac{\rho_i\sum_r\sum_s\epsilon^{rs}l^{rs}x_{ij}^{rs}}{p_i{}^*\tau_i\sum_r\sum_s x_{ij}^{rs}} \tag{21}$$

をうる。ここで，

$$l_{ij}=\frac{\sum_r\sum_s\epsilon^{rs}l^{rs}x_{ij}^{rs}}{\sum_r\sum_s x_{ij}^{rs}} \tag{22}$$

と定義するならば，l_{ij} は i 部門の商品が j 部門へ輸送される場合の，基準運賃率に対する距離変化係数(ϵ^{rs})によって加重された平均輸送距離――以下，略して単に平均輸送距離とよぶ――と解釈することができる。したがって次式がみちびかれる。

8) この点については，Ichimura,〔2〕参照。

$$f_{ij}=\frac{\rho_i l_{ij}}{p_i^* \tau_i} \tag{23}$$

この式において，分母はトン当り価格，分子は i 部門の商品１トンを平均輸送距離 (l_{ij}) 運送した場合の輸送コスト（運賃収入）をあらわしいるから，部門間の輸送投入率は「ある商品１円分をその商品取引の平均輸送距離だけ運送する場合に必要となる輸送コスト」と解釈することができる。輸送投入率がこのように意味づけられるならば，その安定性は，商品の価格や運賃率が一定であるかぎり，平均輸送距離によって左右されるであろう。そして平均輸送距離は地域間の交易構造が変らなければ変らないと考えることができるから，輸送投入率もまた地域間の交易構造が安定的であるかぎりにおいて安定的とみることが可能である。

以上において，われわれは輸送投入率の理論的意味とその安定性を明らかにすることができた。したがって，モーゼス型の地域間連関モデルにおいて地域間交易係数が重要な理論的用具として用いられる[9] のと同様に，輸送投入率を用いたモデルを展開することが許されるであろう。そこで以下において，われわれは輸送投入率を利用して，貨物輸送部門の産出額を品目別に分割した品目別運賃収入の決定を可能とするモデルを構成することにする。なお，それに先立って，通常の産業連関モデルにおいて用いられている輸送サービスの投入係数，すなわち生産者価格評価表を前提として定義される各部門における貨物輸送サービスの投入係数 (a_{Fj}) の内容を輸送投入率を用いて明示しておこう。産業連関モデルにおける投入係数の定義 $a_{ij}=X_{ij}/X_j$ および(6)式から，a_{Fj} は次のように分解される。

$$a_{Fj}=\frac{X_{Fj}}{X_j}=\frac{\sum_{i=1}^{m} F_{ij}}{X_j}=\sum_{i=1}^{m}\frac{F_{ij}}{X_{ij}}\cdot\frac{X_{ij}}{X_j}=\sum_{i=1}^{m} f_{ij}a_{ij} \tag{24}$$

つまり，各部門の貨物輸送サービスの投入係数は各部門における各財の投入係数と輸送投入率との積和に分解される。このことから，各部門における貨物輸送サービスの投入係数が他財の投入係数とかなり違った性格をもつことが明ら

9) Moses,〔8〕参照。

かとなる[10)]。

Ⅳ 産出高決定モデル

本節では，各部門の産出高と同時に，先に定義した品目別運賃収入および品目別商業マージン（(9)，(10)をみよ）を決定する産出方程式体系を導出しよう。(15)式に示された購入者価格評価表における需給バランス式

$$\sum_{j=1}^{m} X'_{ij}+X'_{iG}+X'_{iF}+Y'_i=X_i+G_i+F_i \qquad (i=1, \cdots\cdots, m)$$

から出発しよう。この式に(4)を代入すると，

$$\sum_{j=1}^{m}(X_{ij}+G_{ij}+F_{ij})+(X_{iG}+G_{iG}+F_{iG})$$
$$+(X_{iF}+G_{iF}+F_{iF})+(Y_i+G_{iY}+F_{iY})=X_i+G_i+F_i$$

となるが，これは投入係数，商業マージン率および輸送投入率を用いて次のように変形される[11)]。

$$\sum_{j=1}^{m}(a_{ij}+g_{ij}a_{ij}+f_{ij}a_{ij})X_j+(a_{iG}+g_{iG}a_{iG}+f_{iG}a_{iG})X_G$$
$$+(a_{iF}+g_{iF}a_{iF}+f_{iF}a_{iF})X_F+Y_i+G_{iY}+F_{iY}=X_i+G_i+F_i$$

この式をさらに，

$$(\sum_{j=1}^{m} a_{ij}X_j+a_{iG}X_G+a_{iF}X_F+Y_i)+(\sum_{j=1}^{m} g_{ij}a_{ij}X_j+g_{iG}a_{iG}X_G$$
$$+g_{iF}a_{iF}X_F+G_{iY})+(\sum_{j=1}^{m} f_{ij}a_{ij}X_j+f_{iG}a_{iG}X_G+f_{iF}a_{iF}X_F+F_{iY})$$
$$=X_i+G_i+F_i$$

と変形すれば，(2)，(9)，(10)によって次の3つの式に分解される。

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij}X_j+a_{iG}X_G+a_{iF}X_F+Y_i=X_i$$
$$\sum_{j=1}^{m} g_{ij}a_{ij}X_j+g_{iG}a_{iG}X_G+g_{iF}a_{iF}X_F+G_{iY}=G_i$$
$$\sum_{j=1}^{m} f_{ij}a_{ij}X_j+f_{iG}a_{iG}X_G+f_{iF}a_{iF}X_F+F_{iY}=F_i$$

---

10) なお，各部門の商業サービスの投入係数 a_{Gj} についても同様にして，次式が成り立つ。

$$a_{Gj}=\sum_{i=1}^{m} g_{ij}a_{ij}$$

11) $\frac{G_{ij}}{X_j}=\frac{G_{ij}}{X_{ij}}\cdot\frac{X_{ij}}{X_j}=g_{ij}a_{ij}$；$\frac{F_{ij}}{X_j}=\frac{F_{ij}}{X_{ij}}\cdot\frac{X_{ij}}{X_j}=f_{ij}a_{ij}$，を用いる。

この式に，

$$X_G=\sum_{j=1}^{m}G_j,\quad X_F=\sum_{j=1}^{m}F_j,\quad G_{iY}=g_{iY}Y_i,\quad F_{iY}=f_{iY}Y_i$$

を代入すると，

$$\begin{aligned}
&\sum_{j=1}^{m}a_{ij}X_j+a_{iG}\sum_{j=1}^{m}G_j+a_{iF}\sum_{j=1}^{m}F_j+Y_i=X_i\\
&\sum_{j=1}^{m}g_{ij}a_{ij}X_j+g_{iG}a_{iG}\sum_{j=1}^{m}G_j+g_{iF}a_{iF}\sum_{j=1}^{m}F_j+g_{iY}Y_i=G_i\\
&\sum_{j=1}^{m}f_{ij}a_{ij}X_j+f_{iG}a_{iG}\sum_{j=1}^{m}G_j+f_{iF}a_{iF}\sum_{j=1}^{m}F_j+f_{iY}Y_i=F_i
\end{aligned}\tag{25}$$

$$(i=1,\cdots\cdots,m)$$

がえられる。この連立一次方程式の未知数は X_i, G_i, F_i であって，その数は $3m$，方程式の数も $3m$ であるから，この方程式体系は m 個の Y_i を与えることによって解くことができる[12]。そこで，この方程式体系を X_i, G_i, F_i について解いた誘導形を行列形式で示すならば，次のごとくなる。

$$\underset{3m\times 1}{\begin{Bmatrix} X_i\\ \hdashline G_i\\ \hdashline F_i\end{Bmatrix}}=\left(\underset{3m\times 3m}{[\,I\,]}-\underset{3m\times m}{\begin{pmatrix} a_{ij}\\ \hdashline g_{ij}a_{ij}\\ \hdashline f_{ij}a_{ij}\end{pmatrix}}-\underset{3m\times m}{\begin{pmatrix} a_{iG}\\ \hdashline g_{iG}a_{iG}\\ \hdashline f_{iG}a_{iG}\end{pmatrix}}-\underset{3m\times m}{\begin{pmatrix} a_{iF}\\ \hdashline g_{iF}a_{iF}\\ \hdashline f_{iF}a_{iF}\end{pmatrix}}\right)^{-1}\underset{3m\times 1}{\begin{Bmatrix} Y_i\\ \hdashline g_{iY}\ Y_i\\ \hdashline f_{iY}\ Y_i\end{Bmatrix}}\begin{matrix}\}m\\ \}m\\ \}m\end{matrix}\tag{26}$$

ここで，〔I〕は単位行列，{ }はベクトルを示している。

この式が，最終需要 Y_i をあたえた場合に，部門別産出高，品目別商業マージン，品目別運賃収入を算出する計算式である。なお，例として，$m=2$ の場合の計算式を示しておこう。

$$\begin{Bmatrix}X_1\\X_2\\G_1\\G_2\\F_1\\F_2\end{Bmatrix}=\begin{pmatrix}
1-a_{11} & -a_{12} & -a_{1G} & -a_{1G} & -a_{1F} & -a_{1F}\\
-a_{21} & 1-a_{22} & -a_{2G} & -a_{2G} & -a_{2F} & -a_{2F}\\
-g_{11}a_{11} & -g_{12}a_{12} & 1-g_{1G}a_{1G} & -g_{1G}a_{1G} & -g_{1F}a_{1F} & -g_{1F}a_{1F}\\
-g_{21}a_{21} & -g_{22}a_{22} & -g_{2G}a_{2G} & 1-g_{2G}a_{2G} & -g_{2F}a_{2F} & -g_{2F}a_{2F}\\
-f_{11}a_{11} & -f_{12}a_{12} & -f_{1G}a_{1G} & -f_{1G}a_{1G} & 1-f_{1F}a_{1F} & -f_{1F}a_{1F}\\
-f_{21}a_{21} & -f_{22}a_{22} & -f_{2G}a_{2G} & -f_{2G}a_{2G} & -f_{2F}a_{2F} & 1-f_{2F}a_{2F}
\end{pmatrix}^{-1}\begin{Bmatrix}Y_1\\Y_2\\g_{1Y}\ Y_1\\g_{2Y}\ Y_2\\f_{1Y}\ Y_1\\f_{2Y}\ Y_2\end{Bmatrix}$$

---

12) (25)の係数行列の列和について，

$$\sum_{i=1}^{m}(a_{ij}+g_{ij}a_{ij}+f_{ij}a_{ij})<1\qquad(j=1,\ \ldots\ldots,\ m,\ G,\ F)$$

が成立しているから，同係数行列を〔A〕であらわすと，〔$I-A$〕はソローの条件をみたし，逆行列〔$I-A$〕$^{-1}$ が存在する。

以上では，外国貿易を無視した封鎖経済を前提していたが，上のモデルを(2)′，(15)′を用いて，外国貿易を考慮した開放経済システムに拡張することは容易である。

V　価格決定モデル

つぎに，われわれのモデルにおいて価格がどのように決定されるかをみよう。出発点となるのは，(14)に示された次の収支バランス式である。

$$\sum_{i=1}^{m} X'_{ij}+V_j=X_j$$

この式に(4)を代入すると，次式がえられる。

$$\sum_{i=1}^{m}(X_{ij}+G_{ij}+F_{ij})+V_j=X_j$$

ここで，計測単位として円価値単位を採用して価格を導入すると，上式は次のように変形される。

$$\sum_{i=1}^{m}(p_iX_{ij}+G_{ij}+F_{ij})+v_jX_j=p_jX_j \tag{27}$$

ただし

p_i……第 i 部門商品の円価値単位の価格($p_i=1$)

v_j……第 j 部門の付加価値率

(27)の両辺を X_j で除し，投入係数，商業マージン率および輸送投入率を用いて変形すると，

$$\sum_{i=1}^{m}(p_ia_{ij}+g_{ij}p_ia_{ij}+f_{ij}p_ia_{ij})+v_j=p_j$$

となるが，これを整理して次式が導かれる。

$$\sum_{i=1}^{m}(1+g_{ij}+f_{ij})p_ia_{ij}+v_j=p_j \quad (j=1,\cdots\cdots,m) \tag{28}$$

この式は m 個の価格 p_j を未知数とする m 個の方程式であって，付加価値率 v_j を与えるならば，解くことができる。そこで，この方程式体系を p_j について解いた誘導形を行列形式で示しておこう。

$$\overset{m\times1}{\{p_j\}}=[\overset{m\times m}{[I]}-[\overset{m\times m}{(1+g_{ij}+f_{ij})a_{ij}}]']^{-1}\overset{m\times1}{\{v_j\}} \tag{29}$$

以上が，われわれの価格決定モデル（基本形）である。このモデルで内生的に決定されるのは，貨物輸送部門と商業部門の2つの部門を除く m 個の部門の

価格である。商業部門の価格および貨物運賃は外生的に決定され，他部門商品の価格変動はこの2つの価格には波及しない。逆に，商業サービスおよび貨物運賃の変化は商業マージン率および輸送投入率の変化を通して他部門商品の価格に波及する。これらの部門においては価格波及が一方向にのみ行なわれるという現実を考慮するとき，われわれのモデルが現実に適合したモデルであることが理解される。とくに，貨物運賃の変化は品目によって異るのが普通であるが，このことは輸送投入率(f_{ij})を用いてはじめて現実的な処理が可能となる[13)]。

なお，価格波及が一方的にのみ行なわれる部門は他にも存在する。たとえば，旅客輸送，電力，ガスその他，いわゆる公共料金部門などがそうである。これらの部門については，通常行なわれる「外生化」の手法によって取り扱うことができる。また，商品価格の上昇が生計費上昇→賃金上昇を経由して再び商品価格の上昇にはねかえるという現実は，消費部門の「内生化」によって処理することが可能である。ともあれ，現実の価格変動を分析するための産業連関モデルは，われわれの価格決定モデル(基本形)を基礎にして展開することが可能である[14)]。

Ⅵ　地域間産業連関モデルと輸送投入

地域間産業連関モデルについても，われわれの分析手法はそのまま妥当する。そこで本節では，地域間産業連関分析において輸送投入を扱う場合にとくに問題となる点を指摘しておきたい。

まず，アイザードが提示した地域間産業連関モデル[15)]を前提として，地域別の需給バランス関係を示そう。そこで，

13) 普通，このことは運輸部門を外生化することによって行なわれるが，その場合には品目によって異る貨物運賃率の変化を取扱うことが困難となる。たとえば，〔11〕，Ⅲ，(2)参照。

14) われわれの価格決決モデル（基本形）にもとづいて展開された，より現実的な価格変動モデルとしては，山田，〔12〕を参照されたい。同論文は，金子・崎山・若宮，〔5〕の批判的発展を意図して執筆されたものであるが，これに対しては金子の rejoinder，〔6〕がある。そこで，金子，〔6〕は筆者の輸送投入率の概念の意義について明快な理解を示されながら，他方でその利用について疑問を出しておられる。本稿は全体として，金子，〔6〕の疑問に対して答えていることになるであろう。

X_i^r……r 地域で生産された i 部門の総産出額

X_{ij}^{rs}……r 地域 i 部門→ s 地域 j 部門の取引額（生産者価格）

Y_i^{rs}……r 地域 i 部門に対する s 地域の最終需要（出荷ベース，生産者価格）

F_{ij}^{rs}……X_{ij}^{rs} に伴なって発生した輸送投入額（貨物運賃）

V_j^r……r 地域 j 部門の付加価値

と記号を定めるならば，r 地域で生産された i 部門の総産出額 X_i^r は s 地域の j 部門への中間需要 X_{ij}^{rs} として各地域へ出荷されるか，s 地域の最終需要 Y_i^{rs} として全国へ出荷されるかのいずれかである。いま，地域の数を k 個，運輸を含む産業部門の数を n とするならば[16]，各地域の産出額は中間需要合計と最終需要合計の和であるから，需給バランス式として次式が成立している。

$$X_i^r=\sum_{s=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} X_{ij}^{rs}+\sum_{s=1}^{k} Y_i^{rs} \quad (r=1,\cdots\cdots,k\,;\ i=1,\cdots\cdots,n) \quad (30)$$

つぎに，地域間・部門間取引における輸送投入率 f_{ij}^{rs} は，第Ⅲ節と同様に，次のように定義される。

$$f_{ij}^{rs}=F_{ij}^{rs}\,/\,X_{ij}^{rs} \qquad (31)$$

ここで，分母，分子について次式が成立している。

$$X_{ij}^{rs}=p_i{}^*X_{ij}^{rs*}=p_i{}^*\tau_i x_{ij}^{rs}$$

$$F_{ij}^{rs}=\rho_i\epsilon^{rs}l^{rs}x_{ij}^{rs}=\rho_i\bar{l}^{rs}x_{ij}^{rs} \qquad (\text{ただし，}\ \bar{l}^{rs}=\epsilon^{rs}l^{rs})$$

したがって，

$$f_{ij}^{rs}=\frac{\rho_i\bar{l}^{rs}}{p_i{}^*\tau_i} \qquad (32)$$

が成立する。輸送投入率の意味するところは第Ⅲ節の場合と全く同じである。ただ，ここでは平均輸送距離 l_{ij} のような計測の困難な概念は必要とせず，簡明により直接的に把握でき，計測も容易となる。

つぎに，貨物輸送部門の産出額について，第2節とパラレルな定義を考えてみよう。いま前と同様に，第 F 部門を貨物輸送部門とし，輸送対象となる商品を生産している部門の数を m とするならば，それは，r 地域の貨物輸送部門か

15)　Isard,〔4〕参照。

16)　本節では，商業部門は無視するが，以下の分析は商業部門についてもほとんどそのまま適用することができる。

ら各部門への販売額（すなわち同部門の横行の各マス目）を，(6)と同様に次式によって定義することである。

$$X_{Fj}^{rs}=\sum_{i=1}^{m}F_{ij}^{rs},\quad Y_{F}^{rs}=\sum_{i=1}^{m}F_{iY}^{rs} \tag{33}$$

この式は，s 地域の j 部門がその投入を r 地域の各部門から購入する場合に必要とした輸送投入の総額によって，r 地域の貨物輸送部門の s 地域 j 部門への産出と定義することを意味している[17]。

その場合，r 地域の貨物輸送部門の総産出額 X_F^r は(30)と(33)から，

$$X_{F}^{r}=\sum_{s=1}^{k}\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m}F_{ij}^{rs}+\sum_{s=1}^{k}\sum_{i=1}^{m}F_{iY}^{rs} \tag{34}$$

となる。あるいは，この式は(31)を用いて次のように表わすこともできる。

$$X_{F}^{r}=\sum_{s=1}^{k}\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m}f_{ij}^{rs}X_{ij}^{rs}+\sum_{s=1}^{k}\sum_{i=1}^{m}f_{iY}^{rs}Y_{i}^{rs} \tag{34$'$}$$

つまり，r 地域の貨物輸送部門の総産出額として計上されるのは，r 地域の各部門から全国へ，或は中間需要として或は最終需要として出荷された商品の輸送に伴なって生じた輸送投入額の総合計なのである。このことから，次の重要な帰結が生ずる。すなわち，r 地域の貨物輸送部門の総産出額（同部門の横行の合計）は同地域同部門の総投入額（同部門の縦列の合計）と異なってくることである。r 地域の貨物輸送部門の総投入額は，同部門が生産活動を行なうために要した各地域の各部門からの投入額の合計と付加価値の和として，通常，定義されるから，次式が成立する。

$$\bar{X}_{F}^{r}=\sum_{s=1}^{k}\sum_{i=1}^{n}X_{iF}^{rs}+V_{F}^{r} \tag{35}$$

ただし，$\bar{X}_F^r$……r 地域貨物輸送部門の総投入額

あきらかに，(34)と(35)が一致する保証はどこにもない。なぜなら，r 地域の各部門から全国に出荷される商品の輸送にあたるのは，現実には r 地域の輸送部

17）このことは，r 地域から各地域への財貨の販売に伴なう輸送サービスの投入はすべて地域の運輸部門によって行われる，と仮定することに等しい。

この定義を問題とするのは，r 地域から s 地域への財貨の輸送において要した輸送投入のうち，どれだけが地域の輸送機関によって，どれだけがその貨物が通過した各地域の輸送機関によって行われたかを正しく把握することはきわめて困難だからである。通産省が作成した昭和35年の地域間産業連関表も，上の定義にもとづいて貨物輸送部門の産出高が計上されているように思われる。（通商産業大臣官房調査統計部，〔10〕，203ページ参照。）

門だけではなく，他地域の輸送機関もまたその商品の輸送を行なうからである。もちろん，全国の貨物輸送部門の総産出額と総投入額とは当然一致する。その販売活動と投入活動との範囲が一致するからである。したがって，次式は成立している。

$$X_F=\sum_{r=1}^{k}X_F^r=\sum_{r=1}^{k}\overline{X}_F^r \tag{36}$$

しかし，個々の X_F^r と $\overline{X}_F^r$ については，X_F^r が r 地域に存在する貨物輸送部門の売上額と一致しない場合には，両者は等しくならない。

この場合，各地域の貨物輸送部門の総産出額として計上されるもの（行和）と総投入額（列和）とを等しくするように，擬制的に後者を前者に一致するよう操作することも可能であれば[18]，両者が一致しないままに放置しておいてもよい。貨物輸送部門の行和と列和が一致しなくても，産出高の決定に誤差は生じないからである。　（1967年12月6日，佐波先生退官記念講義の日に）

〔参　考　文　献〕

〔1〕 行政管理局統計基準局編「昭和35年産業連関表作成作業報告」1964.
〔2〕 Ichimura, S.,"A Model of Regional Planning," in *Papers and Proceedings of the First Far East Conference of the Regional Science Association*, Vol. I, 1963.
〔3〕 Isard, W., *Location and Space-Economy*, 1956, 邦訳「立地と空間経済」1964.
〔4〕 Isard, W., "Interregional and Regional Input Output Analysis: A Model of a Space Economy", *Review of Economics and Statistics*, Vol. XXXIII, Nov. 1951.
〔5〕 金子敬生・崎山一雄・若宮祐朝，産業連関表による物価変動の分析 （1），「通産統計」第18巻第11号，1965.
〔6〕 金子敬生，「産業連関表による物価変動の分析」をめぐって，「オイコノミカ」第3巻第3号，1966.
〔7〕 宮本邦男，産業連関分析における価格評価について，「商工統計研究」第6巻1号，1962.
〔8〕 Moses, L. N., "The Stability of Interregional Trading Patterns and Input Output Analysis", *American Economic Review*, Vol. XLV, Dec. 1955.
〔9〕 佐波宣平，保険業の生産額，「生命保険文化研究所所報」第11号，1965.
〔10〕 通商産業大臣官房調査統計部編「昭和35年地域間産業連関表による日本経済の地域連関分析」1967.
〔11〕 運輸省編，運輸関係産業連関分析特集，「運輸調査月報」第7巻第1号，1965.
〔12〕 山田浩之，運賃変動の産業連関モデル，「運輸調査月報」第8巻第4号，1966.

18） わが国昭和35年の地域間産業連関表においては，この方法がとられている。そのために運輸部門を通じての各部門への波及効果に，分析誤差が発生している（文献，〔10〕，204ページ）。